

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP05/005364

International filing date: 24 March 2005 (24.03.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP
Number: 2004-086895
Filing date: 24 March 2004 (24.03.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 28 April 2005 (28.04.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

07.04.2005

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2004年 3月24日
Date of Application:

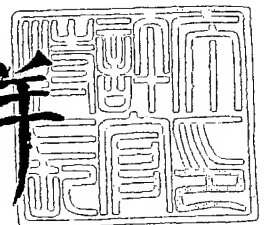
出願番号 特願2004-086895
Application Number:
[ST. 10/C]: [JP 2004-086895]

出願人 株式会社トクヤマ
Applicant(s):

2005年 3月31日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小川 洋



出証番号 出証特2005-3028564

【書類名】 特許願
【整理番号】 TKP0403241
【あて先】 特許庁長官 殿
【国際特許分類】 H01L 23/00
【発明者】
 【住所又は居所】 山口県周南市御影町 1 番 1 号 株式会社トクヤマ内
 【氏名】 横山 浩樹
【特許出願人】
 【識別番号】 000003182
 【氏名又は名称】 株式会社トクヤマ
 【代表者】 中原 茂明
 【連絡先】 東京都渋谷区渋谷 3 丁目 3 番 1 号 株式会社トクヤマ 知的財産
部 電話 0 3 - 3 4 9 9 - 8 9 4 6
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 003584
 【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1

【書類名】 特許請求の範囲

【請求項 1】

表面に A u 電極層が形成されてなる基板の該 A u 電極層上に (i) 白金族元素からなる層、(ii) T i、V、C r 及び C o からなる群より選ばれる少なくとも 1 種の遷移金属元素からなる層、(iii) A g、C u、及び N i よりなる群より選ばれる少なくとも 1 種の金属からなるバリヤー金属層並びに (iv) S n 又は I n を主成分として含有し且つ A u の含有量が 20 重量%未満であるハンダ層がこの順番で積層されてなることを特徴とする素子接合用基板。

【請求項 2】

表面に A u 電極層が形成されてなる基板が、窒化アルミニウムを主成分とするセラミックス基板上に、T i を主成分とする第一下地層金属層、P t を主成分とする第二下地金属層、及び A u からなる電極層がこの順番で積層されたメタライズ基板である請求項 1 に記載の素子接合用基板。

【請求項 3】

表面に A u 電極層が形成されてなる基板の該 A u 電極層上に (i) 白金族元素からなる層、(ii) T i、V、C r 及び C o からなる群より選ばれる少なくとも 1 種の遷移金属元素からなる層、(iii) A g、C u、及び N i よりなる群より選ばれる少なくとも 1 種の金属からなるバリヤー金属層並びに (iv) S n 又は I n を主成分として含有し且つ A u の含有量が 20 重量%未満であるハンダ層を順次形成することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の素子接合用基板の製造法。

【請求項 4】

請求項 3 に記載の製法で製造される素子接合用基板。

【請求項 5】

請求項 1 に記載の素子接合用基板のハンダ層上に電極を有する素子を当該電極が前記ハンダ層に接触するように載置した後にリフローハンダ付けすることを特徴とする素子接合基板の製造方法。

【請求項 6】

請求項 5 に記載の方法で製造される素子接合基板。

【書類名】明細書

【発明の名称】素子接合用基板およびその製造方法

【技術分野】

【0001】

本発明は、素子を接合・固定するための基板及びその製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

携帯電話や光通信などの普及に伴い高周波帯域で作動する高出力・高消費電力のGaAs系FET、Si-Ge系HBT、Si系MOSFETあるいはGaN系レーザーダイオードなどの半導体素子実装用基板としてセラミックス基板が高周波の誘電損失が少ないため使用されている。このセラミックス基板の中でも窒化アルミニウム焼結体基板は、熱伝導率が高く熱膨張係数が半導体素子に近いことから特に注目されている。

【0003】

通常、窒化アルミニウム焼結体等のセラミックス基板上に素子を接合する場合には、メタライゼーションによりセラミックス基板に強固に接合した第一、及び第二下地金属層を形成した後、該下地金属層上にAu、Ag、Pd、Pt等の貴金属からなる電極層を形成した後に、該貴金属電極層に素子をハンダ付けするのが一般的である。電極層については、導通抵抗が極めて小さい事、ワイヤボンディング性に優れていることからAuが好適に用いられている。このような素子のハンダ付け法としては、効率性の観点からリフロー法が採用されることが多く、そのために基板の電極層上には予め素子を接合するためのハンダ層パターンを形成しておく必要がある。このようなリフロー法用基板においては、半導体装置の高集積化に伴い基板上に形成されるハンダ層も薄膜技術を用いて微小領域に高精度に形成する必要がある、ハンダ層も溶融時に所期のハンダ組成となるように各種金属薄膜層を積層して形成するのが一般的である。なお、以下、このようなハンダを薄膜積層構造ハンダといい、電極層上に該薄膜積層構造ハンダパターンが形成されたセラミック基板を単にハンダ層付きセラミック基板ともいう。

【0004】

このようなハンダ層付きセラミック基板におけるハンダ層としてはAu-Sn系の薄膜積層構造ハンダを用いた基板（特許文献1参照）、融点が183℃のSn-37重量%Pb共晶ハンダ或いはこれに微量の異種金属を添加したハンダ（以下、総称してSn-Pb共晶ハンダともいう）を与える薄膜積層構造ハンダを用いた基板等が知られている（特許文献2参照）。該上記Sn-Pb共晶ハンダは、電子工業用ハンダとして最も一般的なもので広く普及しており、薄膜積層構造ハンダ（例えばPb薄膜とSn薄膜を交互に積層したハンダ）でも強い接合力で素子を接合することができる。

【0005】

一方、近年、鉛の有害性が問題となり鉛成分を含まない所謂Pbフリーハンダが用いられるようになってきている。Pbフリーハンダとしては、Sn-Pb共晶ハンダの代替という観点から該ハンダと同等の融点を持つものが望まれており、そのようなPbフリーハンダとしては、前記特許文献1に示される錫リッチAu-Snハンダ等が知られている。

【0006】

【特許文献1】特開2002-373960号公報

【特許文献2】特開平11-192581号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかしながら、前記特許文献1に示されるハンダ層付きセラミック基板、具体的にはAu電極層上にAg、Cu及びNiの群より選ばれる少なくとも1種類の金属（以後バリヤー金属層と呼ぶ）を配置した上にSn又はInを主成分として含有し、且つAuの含有量が20重量%未満である金属を配置した構成のハンダ層を有するセラミック基板に素子をハンダ付けした場合、初期の接合強度は優れるが、信頼性試験（具体的にはこれら接合体

を -55°C と 125°C に繰り返し暴露したヒートサイクル試験)後に接合強度が若干低下するという問題があることが明らかとなった。

【0008】

そこで本発明は、Pbフリーの薄膜積層構造ハンダを有するハンダ層付きセラミック基板であって、接合強度の信頼性の高いハンダ層付きセラミック基板を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明者は前記特許文献1に開示されたハンダ層付きセラミック基板における信頼性試験後の接合強度の低下は、信頼性試験後におけるAu電極層とバリヤー金属層との密着強度の低下にあるのではないかと考え、両層の密着性を改良するために接着性金属として知られているTi層を配置することを試みた。しかしながら、この場合にはハンダ層付きセラミック基板と半導体素子を接合した際にTi層が開裂してしまい、開裂部においてAu電極層とバリヤー金属層が直接接触するようになるために、期待した効果を得ることができなかった。

【0010】

そこで、本発明者は上記課題を解決すべく更に検討を行なった結果、Au電極層上に白金族元素Ptを配置し、その上に接着性金属であるTi等の遷移金属層を配置、更にその上にバリヤー金属層及びPbフリーハンダ層を配置した場合には、低温で素子のハンダ付けを行なうことができ、しかもその時の接合強度は高く、密着層の開裂も無く、信頼性試験後の接合強度の低下が無いという知見を得るに至った。そして、該知見に基づき更に検討を行なった結果、このような効果は錫リッチAu-Sn系ハンダを用いた時に限らず、Auの含有量が20重量%未満であるIn系ハンダを用いた場合にも得ることができることを見出し、本発明を完成するに至った。

【0011】

即ち、第一の本発明は、表面にAu電極層が形成されてなる基板の該Au電極層上に(i)白金族元素からなる層、(ii)Ti、V、Cr及びCoからなる群より選ばれる少なくとも1種の遷移金属元素からなる層、(iii)Ag、Cu、及びNiよりなる群より選ばれる少なくとも1種の金属からなるバリヤー金属の層並びに(iv)Sn又はInを主成分として含有し且つAuの含有量が20重量%未満であるハンダ層がこの順番で積層されてなることを特徴とする素子接合用基板である。

本発明の素子接合用基板の中でも、表面にAu電極層が形成されてなる基板として、窒化アルミニウムを主成分とするセラミックス基板上に、Tiを主成分とする第一下地層金属層、Ptを主成分とする第二下地金属層、及びAuからなる電極層がこの順番で積層されたメタライズ基板を用いたものは、素子を接合して使用した時の高周波の誘電損失が少ないばかりでなくその時に発生する熱を放熱する機能が高いという特徴を有する。

【0012】

また、第二の本発明は、表面にAu電極層が形成されてなる基板の該Au電極層上に(i)白金族元素からなる層、(ii)Ti、V、Cr及びCoからなる群より選ばれる少なくとも1種の遷移金属元素からなる層、(iii)Ag、Cu、及びNiよりなる群より選ばれる少なくとも1種の金属からなるバリヤー金属層並びに(iv)Sn又はInを主成分として含有し且つAuの含有量が20重量%未満であるハンダ層を順次(この順番で)形成することを特徴とする上記本発明の素子接合用基板の製造法である。

【0013】

また、第三の本発明は、前記した本発明の素子接合用基板のハンダ層上に電極を有する素子を当該電極が前記ハンダ層に接触するように載置した後にリフローハンダ付けすることの特徴とする素子接合基板の製造方法であり、第四の本発明は、該方法で製造された素子接合基板である。上記第三の本発明の製法によれば、例えば 280°C 未満という低温で素子を精度よく効率的にハンダ付けすることが出来、このようにして製造される第四の本発明の素子接合基板は、長期間安定に使用することができる。

【発明の効果】

【0014】

本発明の素子接合用基板を用いることにより、表面にAu電極が形成された基板のAu電極上に、錫リッチAu-Sn系ハンダのような融点が低く柔らかいを用いて半導体素子を低温で高接合強度にハンダ付けすることが可能となる。そして、このようにして接合された本発明の素子接合基板は、使用時における温度差が大きくなっても接合部位が破壊され難く長期間安定して使用することが可能である。特に基板として表面にAu電極が形成された窒化アルミニウムを主成分とするセラミックス基板を用いたものは、このような特長に加えて高周波の誘電損失が少ないばかりでなく、使用時に発生する熱を放熱する放熱特性が良好であるという特長を併せ持つ非常に優れた素子接合基板である。

【発明を実施するための最良の形態】

【0015】

本発明の素子接合用基板は、表面にAu電極層が形成されてなる基板の該Au電極層上に(i)白金族元素からなる層（以下、白金族金属層ともいう）、(ii)Ti、V、Cr及びCoからなる群より選ばれる少なくとも1種の遷移金属元素からなる層（以下、特定遷移金属層ともいう。）、(iii)Ag、Cu、及びNiよりなる群より選ばれる少なくとも1種の金属からなるバリヤー金属層（以下、単にバリヤー層ともいう。）並びに(iv)Sn又はInを主成分として含有し且つAuの含有量が20重量%未満であるハンダ層がこの順番で積層されてなる。ここで、素子とは他の電氣的な配線に直接接続できる端子を有する抵抗やキャパシタ等の電氣的な部品及び半導体素子を意味する。

【0016】

本発明の素子接合用基板に用いる“表面にAu電極層が形成されてなる基板”は、その表面の一部又は全面に電極として機能するAuからなる層が形成された基板であれば特に限定されないが、半導体素子を接合して使用した時の高周波の誘電損失が少ないという観点から、窒化アルミニウム、アルミナ、SiC、Si等のセラミックス基板上にメタライゼーションによりAu電極を形成したメタライズ基板を用いるのが好適である。なお、これらメタライズ基板においては、前記したようにAu電極層は、セラミックス基板に強固に接合した下地金属層上に直接又は間接的に形成されるのが一般的であり、例えばアルミナ基板においてはアルミナグリーンシート上にタングステン又はモリブデン等の高融点金属ペーストからなる電極パターンを印刷し、該パターンをグリーンシートと同時焼結した後に、必要に応じて高融点金属層状にニッケル層を形成し、更にその上にAu電極を形成したものが好適に使用できる。また、窒化アルミニウムを主成分とするセラミックス基板においては、窒化アルミニウム粉末に焼結助剤を添加して成形した後に焼結した基板の表面にスパッタリング法等により基本的に電極パターンと同一形状のTiを主成分とする第一下地金属層を形成した後に該第一下地金属層上に同じくスパッタリング法等によりPtを主成分とする第二下地金属層を形成し、さらにその上にスパッタリング法等によりAu電極層を形成して得たメタライズ基板が好適に使用できる。本発明の素子結合用基板においては、素子を接合して使用した時に発生する熱を放熱する放熱特性が良好であるという観点から、上記の様にして得られる窒化アルミニウム系メタライズ基板を用いるのが特に好適である。

【0017】

本発明の素子接合用基板は、上記Au電極層上に(i)白金族金属層、(ii)特定遷移金属層及び(iii)バリヤー金属層がこの順番で積層された積層構造を有する。このような層構造を形成することにより、その上に錫リッチAu-Sn系ハンダ等の低融点で柔らかいハンダの層を形成してハンダ付けを行なった場合に、低温で高接合強度のハンダ付けを行なうことが可能となり、しかもその接合性はヒートサイクルにも絶え得る信頼性の高いものとなる。なお、後述するように、製膜時にきれいな膜が形成された場合でもその上に別の金属層を形成するとき下地となる金属層の形態が変わることがある。本発明で言う積層又は積層構造とは、図1に示すような理想的なもののみを指すものではなく、このような製膜時の形態変化により部分な乱れが生じたものをも含む概念である（少なくとも一部に

において積層又は積層構造があればよい)。

【0018】

(i)白金族金属層とは、ルテニウム、ロジウム、パラジウム、オスミウム、イリジウム及び白金からなる群より選ばれる少なくとも1種の元素、好適には白金及び／又はパラジウム、最も好適には白金で構成される層を意味する。該層を設けることにより、ハンダ付け時において(ii)特定遷移金属層に開裂が発生してもバリヤー金属と電極のAuが直接接合することがなくなり、(ii)特定遷移金属層の密着金属層としての効果が十分に発揮されるようになる。該層の厚さは0.1～5 μm 、特に0.2～3 μm であるのが好適である。該層の厚さが0.1 μm 未満だと効果が低く、また5 μm 以上としてもその効果は0.2～3 μm のときと殆ど変わらない。該層はAu電極表面の全面を被覆するのが好適であるが、上に形成される各種金属層が直接Au電極層と接触しなければ必ずしもAu電極層の全面を覆う必要はない。なお、該層の上に他の金属層を形成する際の製膜条件により上部の層を形成した後に該層の形態が変化する(膜の均一性が変化したり、一部合金化したりする)こともあるが、該層の製膜時に目視で確認できるような重大な欠陥がなければ、効果に影響はない。

【0019】

(ii)特定遷移金属層は、Ti、V、Cr及びCoからなる群より選ばれる少なくとも1種の遷移金属元素で構成される層であれば特に限定されないが、接合強度の信頼性の観点から、Ti及び／又はCr、特にTiからなる層であるのが好適である。該層を設けることにより素子をハンダ付けしたときの接合性を向上させることができ、接合の信頼性が高くなる。該層の厚さは、0.01～1 μm 、特に0.03～0.5 μm であるのが好適である。該層の厚さが0.01 μm 未満だと効果が低く、また1 μm 以上としてもその効果は0.03～0.5 μm のときと殆ど変わらない。なお、該層の上に他の金属層を形成する際の製膜条件により上部の層を形成した後に該層の形態が変化する(膜の均一性が変化し、穴があいて上層の金属と下層の金属が接触したり、一部合金化したりする)こともあるが、該層の製膜時に目視で確認できるような重大な欠陥がなければ、効果に影響はない。

【0020】

(iii)バリヤー金属層は、Ag、Cu及びNiよりなる群より選ばれる少なくとも1種の金属からなるものであれば特に限定されないが、効果の観点からはAgからなるのが最も好適である。該バリヤー金属層の厚さは、0.2～5 μm 、特に1～3 μm であるのが好適である。該層の厚さが0.2 μm 未満だと効果が低く、また5 μm 以上としてもその効果は1～3 μm のときと殆ど変わらない。

【0021】

前記Au電極層上に前記(i)乃至(iii)の各種金属層を形成する方法は特に限定されず、例えば、スパッタリング法、イオンプレーティング法、蒸着法、CVD法、メッキ法により好適に行なうことができる。

【0022】

前記(i)～(iii)の各種金属層を形成した基板は、ハンダ付け時にハンダを供給して素子と接合することもできるが、本発明では、所定の位置に精度良く素子を接合するために、バリヤー金属層上、好ましくは素子の接合予定部位のみに(iv)ハンダの層を形成する。このような基板(ハンダ層付き基板)とすることにより、素子の搭載位置を精密に制御でき、自動化も容易であるリフローハンダ付けを容易に行なうことが可能となる。この時、バリヤー金属層上に形成するハンダ層用のハンダとしては、前記バリヤー金属層の効果が特に高く、それ自体が比較的柔らかく低温でのハンダ付けができることから「Sn又はInを主成分として含有し且つAuの含有量が20重量%未満、特に10重量%以下である金属から成るハンダ」を用いる。このようなハンダを具体的に例示すれば、前記した錫リッチAu-Sn系ハンダ、Sn100%ハンダ、Sn-Agハンダ、Sn-Biハンダ、Sn-Sbハンダ、Sn-Inハンダ、In100%ハンダ、In-Auハンダ(但しAuの含有量が20重量%未満のもの)、In-Agハンダ、In-Biハンダ、In-Sbハンダ、In-Znハンダ、及びこれらを任意に組み合わせたハンダ等が例示される。な

お、素子をハンダ付けする際にハンダ層は下地の金属（例えばバリアー層のA g）と反応（合金化）したり相互拡散したりするため、厳密な意味でのハンダ素組成を決定することは困難である。そこで、本発明では便宜上(iv)層として形成される金属をハンダ金属として扱う。

【0023】

これらの中でも、素子と接合した後のダイシエア試験の接合強度が最も高いという理由から、A u-S n系ハンダが特に好適に使用できる。また、本発明においては、上記したようなS n又はI nを主成分として含有し且つA uの含有量が20重量%未満である金属から成るハンダの中でも、前記したような素子を接合して使用した時の温度変化による接合部位の破壊が起り難いという観点から、融点280℃未満で且つヤング率が50GPa未満（at 25℃）の金属からなるハンダを用いるのが最も好適である。

【0024】

本発明の素子接合用基板における上記ハンダ層は、単一組成の金属からなる1層から成っていてもよく、また、各層が溶融して混合した時に前記したような条件を満足するような組成となるように、異なる組成の金属からなる複数の層の積層体から成っていてもよい。但し、該ハンダ層全体の厚さは、1~10 μ m、特に2~6 μ mとするのが好適である。該層の厚さが1 μ m未満ではハンダの絶対量が少ないために十分な接合強度が得られない傾向があり、逆に10 μ mを越える厚さとした時はハンダ量が多すぎるために接合後にハンダが素子の側面や上面（半導体素子においては発光面ともなる）を遮る不具合が生じたりすることがある。

【0025】

前記バリアー金属層上に上記のようなハンダ層を形成する方法は特に限定されず、例えば、スパッタリング法、イオンプレーティング法、蒸着法、CVD法、メッキ法により好適に行なうことができる。

【0026】

本発明の素子接合用基板に半導体素子等の素子を接合する方法は特に限定されず、公知のハンダ付け法が限定なく採用できるが、精度よい接合を効率的に行なうことができるという理由より、ハンダ付き基板である本発明の素子接合用基板のハンダ層上に電極を有する素子を当該電極が前記ハンダ層に接触するように載置した後にリフローハンダ付けするのが好適である。なお、リフローハンダ付け（リフローソルダーリング）とは、基板の所定のランド上、又は部品電極、あるいはその両方に予めハンダを供給しておき、部品を基板上の所定の位置に固定した後に、ハンダを溶かし（フローさせ）て、部品と基板との接合を行なう方法である。上記方法において、ハンダをリフローさせる方法は特に限定されずリフローコンベヤ利用する方法、熱板用いる方法、ペーパーリフロー法等が採用できる。また、加熱温度や加熱時間は用いるハンダの種類に応じて適宜決定すればよいが、本発明の素子接合用基板を用いた場合には、用いたハンダの特性が損なわれないので、例えば錫リッチA u-S n系ハンダを用いた場合には、280℃未満の低温で良好なハンダ付けを行なうことが可能である。

【0027】

なお、ハンダ付けする素子は、ハンダにより接合可能な金属から成る電極を有するものであれば特にされない。一般的な半導体素子においては、上記電極はA uで構成されているものが多い。このようなA u電極を有する素子をハンダ付けする際には、A u電極のA u原子がハンダに拡散すると考えられるが、後述する実施例に示されるように、A u電極を有する素子をハンダ付けした場合にも高い接合強度が得られることからこの時に起る拡散は接合強度に重大な影響を及ぼさないと思われる。しかしながら、このような拡散が防止できることから、ハンダと接触し得る電極表面がA g、C u、及びN iよりなる群より選ばれる少なくとも1種の金属、特にA gで被覆された電極を有する素子を使用するのが好適である。

【0028】

以下、実施例及び比較例を挙げて本発明を更に詳しく説明するが、本発明はこれら実施

例に限定されるものではない。

【0029】

実施例 1

図 1 に示すような構造の素子接合用基板を以下の様にして作製した。なお、図 1 は、代表的な本発明の素子接合用基板 1 0 0 の断面を示す概念図であり、窒化アルミニウム焼結体基板 2 0 1 上に、Ti を主成分とする第 1 下地金属層 2 0 2、Pt を主成分とする第 2 下地金属層 2 0 3、及び Au 電極層 2 0 4 がこの順番で積層された基板 2 0 0 の Au 電極層上に、(i)白金族金属層 3 0 0、(ii)特定遷移金属層 4 0 0 を順番に積層し、その上に (iii)バリヤー金属層 5 0 0、及び(iv)Sn 系あるいは In 系であってかつ Au の含有量が 2 0 重量%未満である金属からなるハンダ層 6 0 0 が積層された構造を有する。

【0030】

先ず、窒化アルミニウム焼結体基板 {50.8mm×50.8mm×t0.3mm (株) トクヤマ製} の表面にスパッタリング装置を用いてスパッタリング法により厚さ 0.06 μm の Ti を主成分とする第 1 下地金属層、厚さ 0.2 μm の Pt を主成分とする第 2 下地金属層、及び厚さ 0.6 μm の Au 電極層を形成した後にパターンニングを施し、厚さ 0.25 μm の白金族金属 Pt を順次形成した。次いで、真空蒸着装置を用いて上記 Pt 上にパターンニングを施した後に、厚さ 0.06 μm の Ti 及び 2 μm の Ag からなるバリヤー層を形成し、引続きターゲットとして Au 及び Sn を用いた同時蒸着法により、Au 含有量が 1 0 重量%の Au-Sn 合金 {融点 217℃及びヤング率 45.0 GPa (at 25℃)} から成る厚さ 5 μm のハンダ層を形成し、本発明の素子接合用基板を作製した。次に、このようにして作製した素子接合用基板のハンダ層上に Au 電極を有する半導体素子を載置し、ダイボンダー装置を用いて 250℃で 30 秒接合し、素子接合基板を作製した。同様にして 40 個の素子接合基板を作製し、そのうち 10 個をダイシェアテスタ (IMADA 社製) により接合強度を測定したところ、平均接合強度は 2.8 kgf/mm² であった。その後、TABA I 社 THERMAL-SHOCK-CHAMBER (TSV-40S) を用いて、残り 30 個の接合体を -55℃と 125℃に繰り返し暴露したヒートサイクル試験を行い、暴露回数が各々 100 回後、500 回後、1000 回後に 10 個ずつ接合体を取り出し、接合強度を測定した。その結果を表 1 に示す。

【0031】

【表 1】

	白金族 金属層 種類	特定遷移 金属層 種類	ハンダ層 種類	ハンダ層の 膜厚(μm)	バリヤー 金属層 種類	バリヤー 金属層の 膜厚 (μm)	信頼性試験 前接合 強度平均 (n=10)	信頼性試験 100回 後接合 強度平均 (n=10)	信頼性試験 500回 後接合 強度平均 (n=10)	信頼性試験 1000回 後接合 強度平均 (n=10)
実施例1	Pt	Ti	Au10-Sn	5	Ag	2	2.8	3.2	2.6	3.0
実施例2	Pt	Ti	In100%	5	Ag	2	2.5	2.3	2.3	2.6
実施例3	Pt	Ti	Au10-Sn	5	Cu	2	2.4	2.1	2.2	2.4
	Pt	Ti	Au10-Sn	5	Ni	2	2.3	2.6	2.7	2.2
	Pt	Ti	Au10-Sn	2	Ag	2	2.1	2.2	2.1	2.4
実施例4	Pt	Ti	Au10-Sn	3	Ag	2	2.4	2.2	2.4	2.3
	Pt	Ti	Au10-Sn	6	Ag	2	2.7	2.5	2.6	2.7
	Pt	Ti	Au10-Sn	10	Ag	2	3.1	3.5	2.8	3.3
	Pt	Ti	Au10-Sn	5	Ag	1	2.6	2.7	2.3	2.4
	Pt	Ti	Au10-Sn	5	Ag	3	2.5	2.2	2.6	2.7
実施例5	Pt	Ti	Au10-Sn	5	Ag	5	2.7	2.3	2.9	2.5
	Pd	Ti	Au10-Sn	5	Ag	2	2.6	2.4	2.8	2.6
	Pt	Cr	Au10-Sn	5	Ag	2	2.8	2.6	2.6	2.8
実施例6	無し	無し	Au10-Sn	5	Ag	2	2.8	2.2	2.4	2.0
比較例1	無し	無し	Au10-Sn	5	Ag	2	2.7	2.3	2.0	2.1
比較例2	無し	Ti	Au10-Sn	5	Ag	2	2.7	2.3	2.0	2.1

【0032】

実施例 2

ターゲットとして In {融点 156℃、ヤング率 12.7 GPa (at 25℃)} を用いた蒸着法により厚さ 5 μ m のハンダ層を形成する以外は実施例 1 と同様にして、素子接合用基板を作製し、接合温度を 210℃ とする他は実施例 1 と同様にして素子接合基板を作製した。同様にして 40 個の素子接合基板を作製し、実施例 1 と同様にして接合強度を測定したところ、平均接合強度は 2.5 kgf/mm² であった。また、ヒートサイクル試験後の結果を表 1 に示す。

【0033】

実施例 3

実施例 1 において、バリアー層の材質を Ag から表 1 に示す金属に変える他は同様にして、素子接合用基板及び素子接合基板を作製し、実施例 1 と同様にして接合強度を測定した。その結果を併せて表 1 に示す。

【0034】

実施例 4

実施例 1 において、ハンダ層の膜厚を表 1 に示す膜厚に変える他は同様にして、素子接合用基板及び素子接合基板を作製し、実施例 1 と同様にして接合強度を測定した。その結果を併せて表 1 に示す。

【0035】

実施例 5

実施例 1 において、バリアー層の膜厚を表 1 に示す膜厚に変える他は同様にして、素子接合用基板及び素子接合基板を作製し、実施例 1 と同様にして接合強度を測定した。その結果を併せて表 1 に示す。

【0036】

実施例 6

実施例 1 において、白金族金属の種類を表 1 に示す金属に変える他は同様にして、素子接合用基板及び素子接合基板を作製し、実施例 1 と同様にして接合強度を測定した。その結果を併せて表 1 に示す。

【0037】

比較例 1

実施例 1 において、白金族金属層及び特定遷移金属層を設けない他は同様にして、素子接合用基板及び素子接合基板を作製し実施例 1 と同様にして接合強度を測定した。その結果を併せて表 1 に示す。表 1 に示されるように、白金族金属層及び特定遷移金属層を設けない場合には、信頼性試験後の接合強度に若干の低下が見られた。

【0038】

比較例 2

実施例 1 において、白金族金属層を設けない他は同様にして、素子接合用基板及び素子接合基板を作製し実施例 1 と同様にして接合強度を測定した。その結果を併せて表 1 に示す。表 1 に示されるように、白金族金属層を設けない場合にも、信頼性試験後の接合強度に若干の低下が見られた。その原因は図 2 に示されるように、素子接合用基板のハンダを溶解した際に遷移金属元素 Ti が開裂し、開裂部において Au 電極層とバリアー金属層が直接接するため比較例 1 と大差が無いためと考えられる。

【図面の簡単な説明】

【0039】

【図 1】本図は、代表的な本発明の素子接合用基板の断面の模式図である。

【図 2】本図は、比較例 2 においてハンダ溶解後における基板断面の SEM 写真（組成像）である。

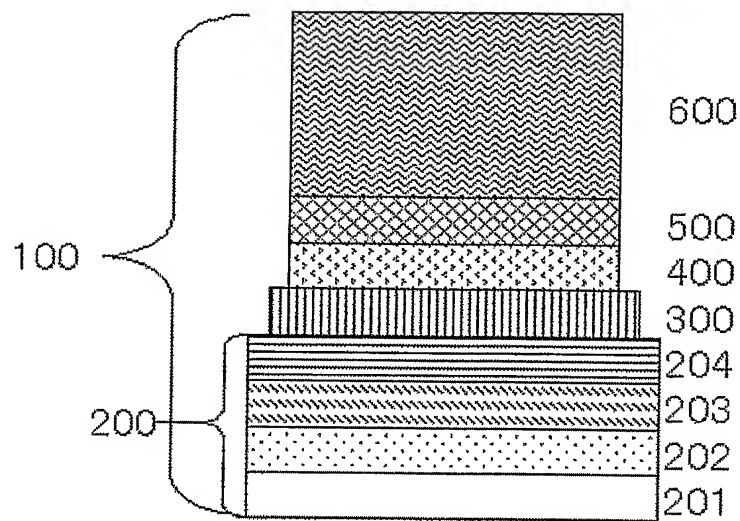
【符号の説明】

【0040】

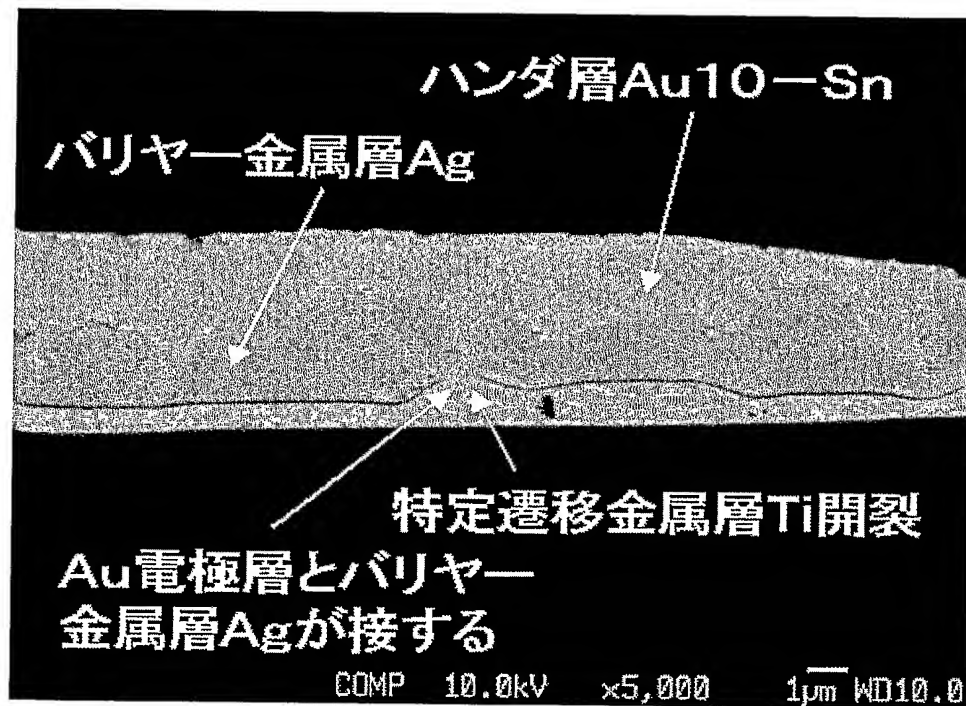
100：素子接合用基板

- 2 0 0 : 表面に A u 電極層が形成されてなる基板
- 2 0 1 : 窒化アルミニウム焼結体基板
- 2 0 2 : T i を主成分とする第 1 下地金属層
- 2 0 3 : P t を主成分とする第 2 下地金属層
- 2 0 4 : A u 電極層
- 3 0 0 : 白金族金属層
- 4 0 0 : 特定遷移金属層
- 5 0 0 : バリヤー金属層
- 6 0 0 : S n 又は I n を主成分として含有し且つ A u の含有量が 2 0 重量%未満である金属からなるハンダ層

【書類名】 図面
【図 1】



【図 2】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 窒化アルミニウム等の基板の上に形成されたAu電極に、Au含有量10重量%のAu-Sn系ハンダのような低融点で柔らかいハンダ金属を用いて低温でハンダ付けを行ない、高接合強度で素子を接合する方法を提供すること。

【解決手段】 表面にAu電極層が形成されてなる基板の該Au電極層上に(i)Pt等の白金族金属層、(ii)Ti等の特定の遷移金属層及び(iii)Ag、Cu、及びNiよりなる群より選ばれる少なくとも1種の金属からなるバリヤー金属層をこの順番で積層し、更にその上に(iv)錫リッチAu-Sn系ハンダ等の低融点で柔らかいハンダの層を形成する。

【選択図】 図1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 4 - 0 8 6 8 9 5
受付番号	5 0 4 0 0 4 8 6 2 1 4
書類名	特許願
担当官	第五担当上席 0 0 9 4
作成日	平成 1 6 年 3 月 2 5 日

< 認定情報・付加情報 >

【提出日】 平成 1 6 年 3 月 2 4 日

特願 2 0 0 4 - 0 8 6 8 9 5

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 3 1 8 2]

1. 変更年月日

2 0 0 3 年 4 月 2 3 日

[変更理由]

住所変更

住 所

山口県周南市御影町 1 番 1 号

氏 名

株式会社トクヤマ